ชื่อ.....รหัส..... SEC .....

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การสอบ Test 3 **ประจำภาคต้นปีการศึกษา 2557** **วันที่ 7 พฤศจิกายน 2557**

192 202 Electric Circuits

ผู้ตรวจข้อสอบ : **ผศ.บุญยิ่ง เจริญ** **เวลา 11.00 – 12.30 น.**

ผศ.วิชัย ประเสริฐเจริญสุข

อ.นิยม พินิจการ

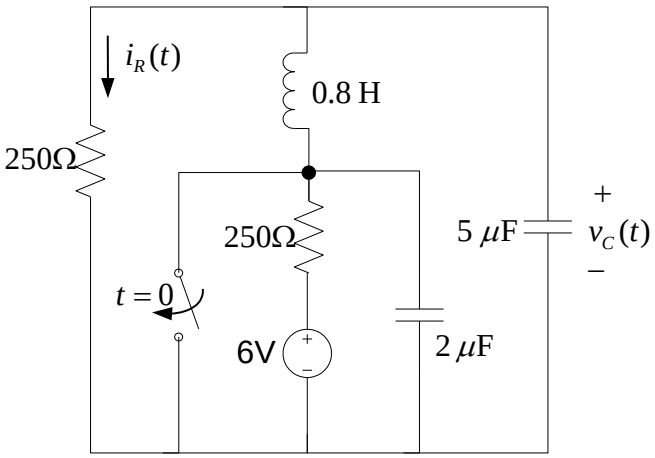
<u>คำสั่ง</u>

1. **<u>ไม่อนุญาต</u>ให้นำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ**
2. **<u>อนุญาต</u>ให้นำเครื่องคำนวณเข้าห้องสอบได้ (Reset เครื่องก่อนเข้าห้องสอบ)**
3. **ข้อสอบมีทั้งหมด 3 ข้อ คะแนนเท่ากันทุกข้อ**
4. **ให้เขียน <u>ชื่อ-สกุล</u> ทุกแผ่น**
5. **ให้ทำข้อสอบภายในข้อสอบแผ่นนั้น ๆ ห้ามทำข้ามแผ่น**
6. **กรณี<u>ข้อสอบมีปัญหา</u> <u>ให้นักศึกษาทำไปตามที่เข้าใจ</u> อธิบายสมมติฐานที่ใช้ให้ชัดเจน**

ชื่อ.....รหัส..... SEC .....

ข้อ 1. บทที่ 8 (อ.นิยม พินิจการ)

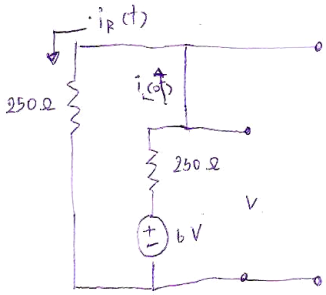
จากวงจรที่กำหนดให้ดังรูป จงหา $i_R(t)$, สมมติให้วงจรอยู่ในสภาวะ Steady State ก่อนที่สวิตช์จะถูกปิด (20 คะแนน)



รูปที่ 1

ข้อ 1 บทที่ 8

♥ $t < 0^-$

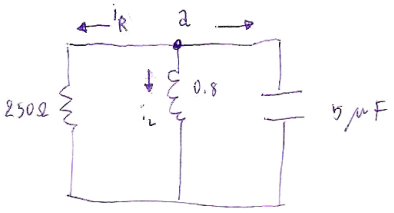


▶ $i_L(0^-) = \frac{6}{500} = 12 \text{ mA}$

▶ $V_c(0^-) = 6 - i_R(250)$

$= 6 - 3 = 3 \text{ V}$

♥ $t > 0^+$



KCL node :

$$\frac{V}{R} + C\frac{dv}{dt} + i_L = 0 \quad \text{—(1)}$$

$$\frac{V}{R} + C\frac{dv}{dt} + \frac{1}{L}\int V\,dt = 0$$

หาอนุพันธ์ diff

$$\frac{1}{R}\frac{dv}{dt} + C\frac{d^2v}{dt^2} + \frac{V}{L} = 0$$

$$\frac{d^2v}{dt^2} + \frac{1}{RC}\frac{dv}{dt} + \frac{V}{LC} = 0$$

แทนค่า

$$\frac{d^2v}{dt^2} + 800\frac{dv}{dt} + 250{,}000\,V = 0$$

$$S = -400 \pm j300$$

▶ จากสมการ

$$S = -400 \pm j300$$

$$\alpha = 400 \quad , \quad \omega_d = 300$$

จากสมการ

$$V_c(t) = e^{-\alpha t}(B_1 \cos \omega_d t + B_2 \sin \omega_d t)$$

$$\therefore V_c(t) = e^{-400t}(B_1 \cos 300t + B_2 \sin 300t)$$

แทนค่า $t=0$ หาสมการ $V_c(t)$

$$V_c(t=0) = B_1$$

$$\frac{dV_c(0)}{dt} = 300B_2 - 400B_1 \quad \text{—(2)}$$

จากโจทย์

$$B_1 = V_c(0) = 3 \quad \text{*}$$

หา B_2 จาก สมการ (1)

ที่ $t = 0$

$$\frac{V(0)}{250} + 5\times10^{-6}\frac{dv(0)}{dt} + i(0) = 0$$

$$\frac{3}{250} + 5\times10^{-6}\frac{dv(0)}{dt} + 12m = 0$$

$$\frac{dv(0)}{dt} = -4800$$

แทน $\frac{dv(0)}{dt} = -4800$ ลงใน (2)

$$-4800 = 300B_2 + 400B_1$$

$$-4800 = 300B_2 - 400(3)$$

$$B_2 = \frac{-4800 + 1200}{300}$$ ✓

$$B_2 = -12$$

$$\therefore V_c(t) = e^{-400t}(3\cos 300t - 12\sin 300t)$$

$$\therefore i_R(t) = \frac{V_c(t)}{R} = \frac{e^{-400t}}{250}(3\cos 300t - 12\sin 300t)$$ ✓

ชื่อ.....รหัส..... SEC .....

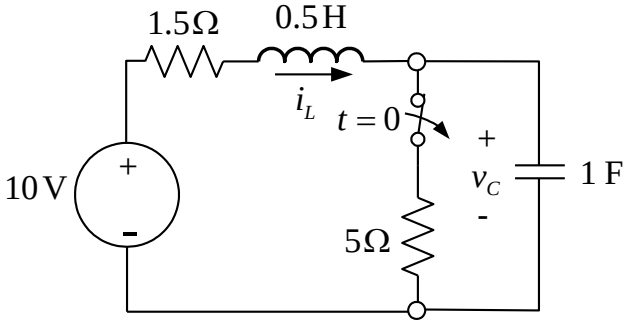
ข้อ 2. บทที่ 8 (ผศ.บุญยิ่ง เจริญ)

จากวงจรในรูปที่ 2 สวิทช์อยู่ในสถานะปิดวงจรมาเป็นเวลานาน และได้เปลี่ยนสถานะเป็นเปิดวงจรที่เวลา t = 0 s

a. คำนวณหาค่ากระแส i_L และแรงดัน v_C ที่เวลา $t = 0^-$ s (ก่อนสวิทช์เปลี่ยนสถานะ)

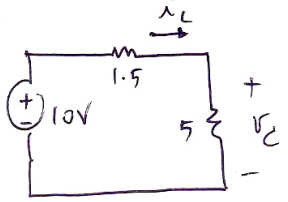
b. คำนวณหาและเขียนกราฟแสดงผลตอบสนองสมบูรณ์ของ $v_C(t)$ ในช่วงเวลา $t > 0$ s

c. ถ้าเปลี่ยนค่าแรงดันอินพุทเป็น 20 V จงอธิบายว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรต่อผลตอบสนองสมบูรณ์ของ $v_C(t)$ เขียนกราฟแสดงผลตอบสนองสมบูรณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น



รูปที่ 2

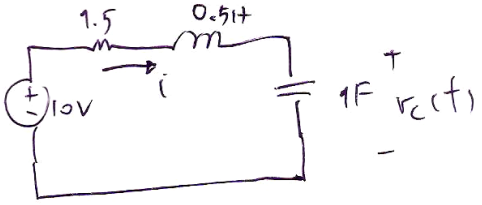
at $t = 0^- s$



$$v_c(0^-) = \frac{5}{6.5} \times 10\ V = 7.7V$$

$$i_L(0^-) = \frac{10}{6.5} = 1.54\ A$$

at $t = 0^+ s$



$$v_R + v_L + v_C = v_s$$

$$iR + L\frac{di}{dt} + v_c = v_s$$

$i = i_c = c\frac{dv_c}{dt}$ $\quad \frac{di}{dt} = c\frac{d^2v_c}{dt^2}$

$$LC\frac{d^2v_c}{dt^2} + RC\frac{dv_c}{dt} + v_c = v_s$$

$$\frac{d^2v_c}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{dv_c}{dt} + \frac{v_c}{LC} = \frac{v_s}{LC} \quad \text{—①}$$

characteristic eqn. $s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC} = 0$

simon $s^2 + 3s + 2 = 0$

$(s+1)(s+2) = 0$

$s = -1, -2$

natural response $v_{c,n} = A_1 e^{-t} + A_2 e^{-2t}$

input = constant → output = constant = K

similar ① $\frac{K}{LC} = \frac{10}{LC}$ $\therefore K = 10$ $v_{c,f} = 10\ V$

complete response $v_c = 10 + A_1 e^{-t} + A_2 e^{-2t}$ →

$v_c(0) = 7.7V = v_c(0^-)$

$7.7 = 10 + A_1 + A_2$ — ②

$i_c(0) = i_L(0) = i_L(0^-) = C\frac{dv_c(0)}{dt}$

$\therefore \frac{dv_c(0)}{dt} = \frac{i_c(0^-)}{C}$

$= \frac{1.54}{1} = 1.54 \ V/s$

$= -A_1 - 2A_2$ — ③

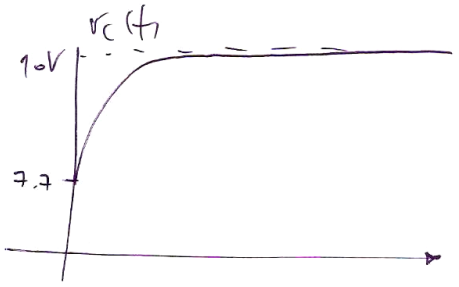
on ② + ③

$-0.76 = -A_2$

$\therefore A_2 = 0.76$

$A_1 = -3.06$

$v_c(t) = 10 - 3.06e^{-t} + 0.76e^{-2t}$

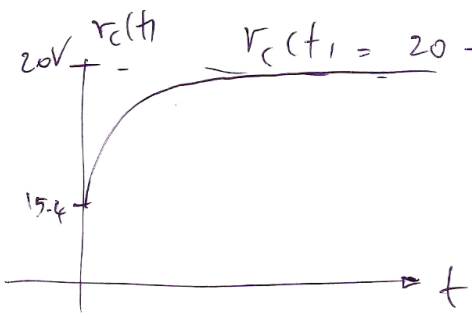


initial condition $v_c(0^-) = 15.4V$, $i_c(0^-) = 3.08A$

on input = 20 V natural response $A_1 = 1.52$, $A_2 = -6.12$

forced response $v_f \longrightarrow 20V$

$v_c(t) = 20 - 6.12e^{-t} + 1.52e^{-2t}$



ชื่อ.....รหัส..... SEC .....

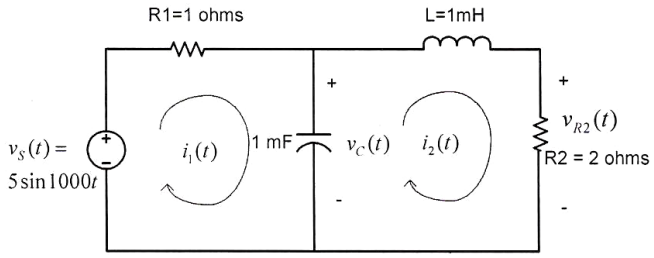
ข้อ 3. บทที่ 9 (ผศ.วิชัย ประเสริฐเจริญสุข)

จากวงจรรูปที่ 3 (20 คะแนน)

3.1 คำนวณหาค่า $i_1(t), i_2(t), v_C(t), v_{R2}(t)$

3.2 เขียน Phasor Diagram v_S , v_C , v_{R2}

3.3 เขียน รูปคลื่น(Wave form) v_S , v_C , v_{R2}



รูปที่ 3

$Z_L = j\omega L$

$= j\,1000 \times 1\,mH$

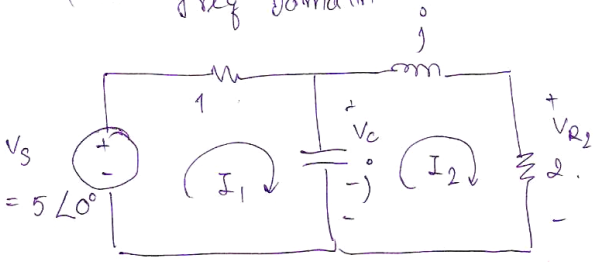
$Z_L = j$

$Z_C = \dfrac{-j}{\omega C}$ 2n:1144

$= \dfrac{-j}{1000 \times 1\,mf}$ ✓

$= -j$

ทำงาน Freq Domain



2n:1144

loop 1:

$(1-j)I_1 + jI_2 = 5\angle 0$ ✓ —(1) 2n:1144

loop 2:

$+jI_1 + 2I_2 = 0$ —(2) ✓ 2n:1144

$$\begin{bmatrix} (1-j) & +j \\ +j & +2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 5 & j \\ 0 & 2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (1-j) & j \\ j & 2 \end{vmatrix}} = \frac{10}{3-2j} = 2.77\angle 33.69^\circ$$ ✓ 2n:1144

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} (1-j) & 5 \\ +j & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (1-j) & j \\ j & 2 \end{vmatrix}} = \frac{-j5}{3-2j} = 1.38\angle -56.3^\circ$$ ✓ 2n:1144

$$V_C = (I_1 - I_2)(-j)$$

$$= (2.77 \angle 33.69^\circ - 1.38 \angle -56.3^\circ)(1 \angle -90^\circ)$$

$$= 3.09 \angle -29.82^\circ \quad \checkmark \text{ 1 marks}$$

$$V_{R_2} = I_2 \times 2.$$

$$= 1.38 \angle -56.3^\circ \angle -56.3^\circ \quad \checkmark \text{ 1 marks}$$

$$i_1 = 2.77 \sin(1000t + 33.69^\circ)$$

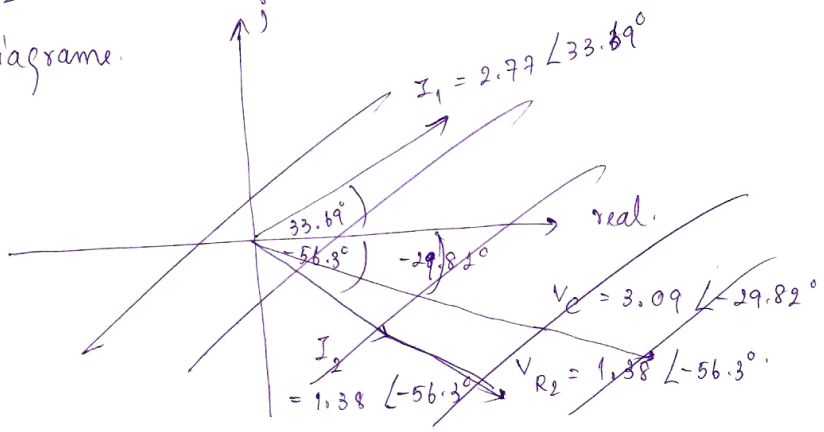
$$i_2 = 1.38 \sin(1000t - 56.3^\circ)$$

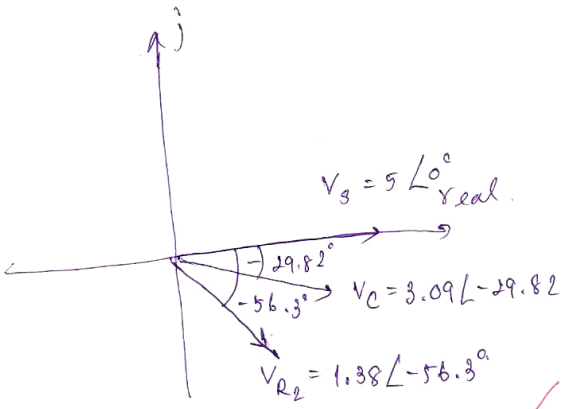
$$v_C(t) = 3.09 \sin(1000t - 29.82^\circ)$$

$$v_{R_2}(t) = 1.38 \sin(1000t - 56.3^\circ).$$

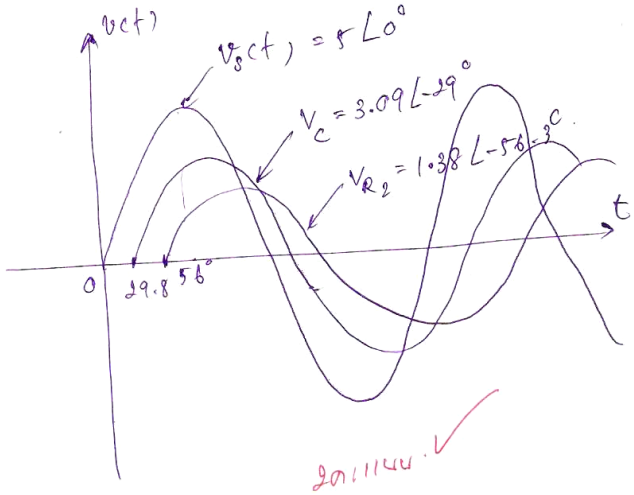
✓ 2 marks

Phasor Diagrame.





✓ 2 marks



✓ 2 marks.